

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] In the gas piping system which carries out the sequential course of the 1st latching valve and the massflow controller from the source of process gas, and supplies process gas to a process chamber The source for measurement of gas which supplies the gas for measurement, and the purge valve which an entrance side connects to said source for measurement of gas, and an outlet side connects to the entrance side of said massflow controller of said gas piping system, It has the pressure gage which measures the pressure of the outlet side of said purge valve, and the monitoring means which carries out the monitor of the indicated value of said pressure gage with a fixed time interval. Supply of said process gas to said massflow controller is intercepted by said 1st latching valve. Close a purge valve and a pressure is reduced, after opening said purge valve and making indicated value of said manometer into a predetermined pressure. The assay period when the indicated value of said pressure gage falls with constant speed is determined from the monitor result of said monitoring means. The pressure at the time of initiation of said assay period, The massflow controller flow rate assay system characterized by authorizing the measurement precision of a massflow controller by the pressure at the time of termination of an assay period, and the duration until it results from the time of said initiation at the time of said termination.

[Claim 2] In the massflow controller flow rate assay system indicated to claim 1 It has an absolute value calculation means by which said monitoring means computes the absolute value of the difference for the indicated value of said pressure gage which carried out the monitor as compared with the indicated value at the time of the last monitor. The massflow controller flow rate assay system characterized by considering the time of the difference of the absolute value which said absolute value calculation means computed, and the last calculation value becoming below a predetermined value as the time of initiation of said assay period, and considering the time of the difference exceeding a predetermined value after that as the time of termination of an assay period.

[Claim 3] In the massflow controller flow rate assay system indicated to claim 1 It has a rate-of-change calculation means by which said monitoring means computes the rate of change for the indicated value of said pressure gage which carried out the monitor as compared with the indicated value at the time of the last monitor. The time of the ratio of the rate of change which said rate-of-change calculation means computed, and the last

calculation value becoming within the limits predetermined [ containing 1 ] is considered as the time of initiation of said assay period. The massflow controller flow rate assay system characterized by considering the time of the ratio becoming out of range [ predetermined / containing 1 ] after that as the time of termination of an assay period.

[Claim 4] In the massflow controller flow rate assay system indicated to claim 1 thru/or claim 3 A storage means to perform said assay when a massflow controller is attached in said pipe line, and to always [ of a fall of said pressure / forward ] memorize data, The massflow controller flow rate assay system characterized by having the control means which the data of a fall of the pressure which measured by performing said assay, and always [ said / forward ] compares data, and authorizes the abnormalities of a massflow controller after said process works.

[Claim 5] It is the massflow controller flow rate assay system characterized by having the reserve tank prepared in the outlet side of said purge valve, and the 2nd latching valve prepared in the inlet port of said reserve tank in the massflow controller flow rate assay system indicated to claim 1 thru/or claim 4, authorizing by opening said 2nd latching valve about the massflow controller of a large flow rate, closing said 2nd latching valve and authorizing about the massflow controller of a small flow rate.

[Claim 6] It is the massflow controller flow rate assay system characterized by to have the mass flow sensor formed in the outlet side of said purge valve in the massflow controller flow rate assay system indicated to claim 1 thru/or claim 4, to open said purge valve about the massflow controller of a large flow rate, to authorize said gas for measurement with the indicated value of a sink and said mass flow sensor at that time to said mass flow sensor and said massflow controller, and to authorize with each aforementioned means about the massflow controller of a small flow rate.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the flow rate assay system which can authorize the flow rate measurement precision of the massflow controller in the condition of having included in the detail into the system further about flow rate assay of the massflow controller used for the gas system in a semi-conductor manufacture process.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the membrane formation equipment in a semi-conductor production process, a dry type etching system, etc., strong inflammability gas, such as corrosive gas, such as so-called special material gas, chlorine gas, etc., such as a silane and a phosphine, and hydrogen gas, etc. is used, for example. In use of these gas, the flow rate must be managed very strictly for the reason explained below.

[0003] The fact that a quantity of gas flow influences the quality of a process directly is cited as the reason. That is, in a membrane formation process, the quality of circuit

processing is influenced [ great ] by membraneous quality with the precision of a quantity of gas flow in an etching process. The fact that this kind of gas [ many of ] has the body, harmful nature or explosivity over an environment, etc. is cited as another reason. For this reason, exhausting these gas after use to direct atmospheric air is not allowed, but it must be equipped with the damage elimination means according to a type of gas. This damage elimination means may lead to an outflow by the environment of harmful gas, or breakage of a damage elimination means, when the throughput is restricted usually and the flow rate more than an allowed value flows. Furthermore, since the thing of the high grade which can be used in these gas, especially a semi-conductor manufacture process, and non-dust has the expiration date by natural deterioration an expensive top depending on a type of gas, it also becomes a reason that extensive storage cannot be performed.

[0004] With at most 500 sccm extent, since the actual flow rate of these gas that a process unit requires is small, it arranges a well-known massflow controller into piping from before, and he is trying to pass the optimal flow rate for every type of gas on the other hand. By changing applied voltage, this massflow controller changes a setting flow rate, and can respond now to modification of a process recipe.

[0005] Since the massflow controller in this kind of gas process is a thing aiming at controlling a small flow rate, it has a capillary inside, and it is performing the monitor of a flow rate etc. according to an operation of that capillary. Among the gas which flows a massflow controller on the other hand, also within the piping on a property, especially the charge gas of membrane formation material may deposit a solid, and may change the flow rate capacity of piping. Since a real flow rate changes even if the relation of the applied voltage and the real flow rate in the massflow controller will naturally change and there will be no change in a setup of applied voltage, if this change takes place, the stability of a process will be checked. When such [ actually ] change takes place, a setup of applied voltage must be corrected in order to pass a right quantity of gas flow. At this time, the need of measuring the real flow rate of a massflow controller arises.

[0006] When a deposit solid is furthermore accumulated, it becomes impossible to be unable to cope with it in correction of an applied-voltage setup. It is because it is a capillary, i.e., it is alike and the monitor of a flow rate becomes impossible more. Continuing using such a massflow controller before it will send into a process unit the particle which should be most disliked on semi-conductor manufacture, and it is not desirable. Therefore, in such a case, a massflow controller must be exchanged for a new article. Since individual difference cannot be disregarded even if it is the same model, and the bolting condition of joint with the pipe line also influences a real flow rate, the relation between the applied voltage of a massflow controller and a real flow rate needs to measure a real flow rate in the new exchanged massflow controller here.

[0007] however, the thing for which the real flow rate of a massflow controller is measured -- most past -- there is no line crack \*\*\*\*. The reason has measurement of the real flow rate of the massflow controller in the condition of having included in the pipe line in a difficult thing. Then, applied voltage was provisionally set up by an operator's intuition and

experience instead of measuring a real flow rate, the process was performed, the quality of an estimate was judged by the quality, this was repeated, and the optimal set point is determined. For this reason, costs, such as various gas, a test wafer, etc. which it takes time amount by optimum-value decision, and the real availability of a process unit not only becomes low, but consumes in that process, must have been made light of, either.

[0008] In order to solve this problem, these people have proposed the system which performs flow rate assay of the massflow controller actually attached in the pipe line by Japanese Patent Application No. No. 286986 [ four to ]. After having introduced nitrogen gas from the pipe line of the nitrogen gas for a purge after intercepting supply of the process gas to a massflow controller, and filling entrance-side piping of a massflow controller with this approach with nitrogen gas, flow rate assay of a massflow controller was performed by measuring the pressure drawdown accompanying time amount progress. After measuring and memorizing the initial value of the pressure drawdown accompanying time amount progress furthermore when a massflow controller is installed in a detail at the pipe line, and using a massflow controller, flow rate assay of a massflow controller was performed by measuring the value of the pressure drawdown accompanying time amount progress, and getting to know change with the value and initial value.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there was the following problem in the system proposed by Japanese Patent Application No. No. 286986 [ four to ].

(1) Let it be a summary for this system to measure the pressure drawdown rate when filling up piping with the inert gas for assay (it being N<sub>2</sub> generally gas), and discharging from a massflow controller with the reference value measured at the time of a new article fundamentally. A pressure drawdown rate measures a pressure and time of day with the time of initiation of pressure drawdown, and termination, and the average calculated from pressure drawdown time amount and differential pressure is used for it here.

[0010] Although it is necessary to take the period of the time of initiation to the time of termination for a long time in order to measure pressure drawdown time amount with high precision, on the other hand, a pressure drawdown rate is not strictly fixed. Change with the general pressure and general flow rate when discharging from a massflow controller is shown in the graph of drawing 9 . Although it is an almost fixed flow rate while it is for a while from the time of discharge initiation (t<sub>1</sub>) (section A), it is time of day t<sub>2</sub>. The flow rate is decreasing henceforth (section B). For this reason, since the accuracy of measurement will be worsened on the contrary if such a long period that measurement of pressure drawdown time amount reaches Section B is taken, the period concerned must set up as long a period as possible within the limits of Section A. However, time of day t<sub>2</sub> when a flow rate begins to decrease A corresponding pressure has \*\*\*\* with each massflow controller, and is not fixed. For this reason, before connecting a massflow controller to piping, it is necessary to conduct a flow rate fluctuation experiment and to determine a Measuring condition, and the burden of a man day, the measuring device of dedication, etc. is large.

[0011] (2) Furthermore, two or more branching is prepared in a gas line according to the class of gas used in a process, and each is equipped with a massflow controller. The property that each massflow controller changes with a type of gas, a flow rate range, pressure ranges, etc. is given, and the optimal Measuring conditions for flow rate assay also differ. For this reason, it is necessary to set up the terms and conditions for the amount assay of initial-pressure uniform flows for every massflow controller.

(3) Moreover, in authorizing especially the massflow controller of a large flow rate, a pressure descends immediately from generally the volume of piping being small. Therefore, pressure drawdown time amount was too short, and the good accuracy of measurement was not obtained.

[0012] Are applicable also to the system equipped with two or more massflow controllers with which this invention is made in order to solve the trouble mentioned above, and it does not need the setting pressure for assay for each (1 2) massflow controller of every, but properties differ. (3) by enabling flow rate assay with high degree of accuracy also about the massflow controller of a large flow rate especially It aims at offering the massflow controller flow rate assay system which enables stable operation of the process which corresponds to the individual difference and aging of a massflow controller appropriately, has in them, and uses gas, and high availability operation.

[0013]

[Means for Solving the Problem]

In order to attain said purpose (1) The massflow controller flow rate assay system of this invention In the gas piping system which carries out the sequential course of the 1st latching valve and the massflow controller from the source of process gas, and supplies process gas to a process chamber The source for measurement of gas which supplies the gas for measurement, and the purge valve which an entrance side connects to said source for measurement of gas, and an outlet side connects to the entrance side of said massflow controller of said gas piping system, It has the pressure gage which measures the pressure of the outlet side of said purge valve, and the monitoring means which carries out the monitor of the indicated value of said pressure gage with a fixed time interval. Supply of said process gas to said massflow controller is intercepted by said 1st latching valve. Close a purge valve and a pressure is reduced, after opening said purge valve and making indicated value of said manometer into a predetermined pressure. The assay period when the indicated value of said pressure gage falls with constant speed is determined from the monitor result of said monitoring means. The pressure at the time of initiation of said assay period, The measurement precision of a massflow controller is authorized by the pressure at the time of termination of an assay period, and the duration until it results from the time of said initiation at the time of said termination.

[0014] (2) Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention Indicate to (1) and it has an absolute value calculation means to compute the absolute value of the difference for the indicated value of said pressure gage in which said monitoring means carried out the monitor as compared with the indicated value at the

time of the last monitor. It is characterized by considering the time of the difference of the absolute value which said absolute value calculation means computed, and the last calculation value becoming below a predetermined value as the time of initiation of said assay period, and considering the time of the difference exceeding a predetermined value after that as the time of termination of an assay period.

(3) Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention Indicate to (1) and it has a rate-of-change calculation means to compute the rate of change for the indicated value of said pressure gage in which said monitoring means carried out the monitor as compared with the indicated value at the time of the last monitor. It is characterized by considering the time of the ratio of the rate of change which said rate-of-change calculation means computed, and the last calculation value becoming within the limits predetermined [ containing 1 ] as the time of initiation of said assay period, and considering the time of the ratio becoming out of range [ predetermined / containing 1 ] after that as the time of termination of an assay period.

[0015] (4) Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention (1) Or a storage means to perform said assay when it indicates to (3) and a massflow controller is attached in said pipe line, and to always [ of a fall of said pressure / forward ] memorize data, After said process works, it is characterized by having the control means which the data of a fall of the pressure which measured by performing said assay, and always [ said / forward ] compares data, and authorizes the abnormalities of a massflow controller.

(5) Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention is characterized by indicating to (1) thru/or (4), having the reserve tank prepared in the outlet side of said purge valve, and the 2nd latching valve prepared in the inlet port of said reserve tank, authorizing by opening said 2nd latching valve about the massflow controller of a large flow rate, closing said 2nd latching valve and authorizing about the massflow controller of a small flow rate.

[0016] (6) Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention (1) It indicates to (4) and has the mass flow sensor formed in the outlet side of said purge valve. Or about the massflow controller of a large flow rate It is characterized by opening said purge valve, authorizing said gas for measurement to said mass flow sensor and said massflow controller with the indicated value of a sink and said mass flow sensor at that time, and authorizing with each aforementioned means about the massflow controller of a small flow rate.

[0017]

[Function] In the massflow controller flow rate assay system of this invention (1) which has said configuration, the 1st latching valve is closed, supply of the process gas to a massflow controller is intercepted, a purge valve is opened, and the gas for measurement is supplied to a gas piping system. If a purge valve is closed after the indicated value of a manometer becomes a predetermined pressure, supply of the gas for measurement is suspended, and since the gas for measurement flows out through a massflow controller, the indicated value of a manometer will fall. The monitor of the indicated value of a pressure gage is carried

out by the monitoring means with the fixed time interval, and the assay period when a pressure declines with constant speed from the monitor result is determined. And the measurement precision of a massflow controller is authorized by the pressure at the time of initiation of an assay period, the pressure at the time of termination of an assay period, and the duration until it results from the time of initiation at the time of termination.

[0018] Moreover, in the massflow controller flow rate assay system of this invention (2), an absolute value calculation means computes the absolute value of the difference for the indicated value of the pressure gage in which the monitoring means carried out the monitor as compared with the indicated value at the time of the last monitor. And the time of the difference of the computed absolute value and the last calculation value becoming below a predetermined value is considered as the time of initiation of an assay period, and the time of the difference exceeding a predetermined value after that is considered as the time of termination of an assay period. Based on the time of this initiation and termination, the measurement precision of a massflow controller is authorized, as shown in (1).

[0019] Moreover, in the massflow controller flow rate assay system of this invention (3), a rate-of-change calculation means computes the rate of change for the indicated value of the pressure gage in which the monitoring means carried out the monitor as compared with the indicated value at the time of the last monitor. And the time of the ratio of the computed rate of change and the last calculation value becoming within the limits predetermined [ containing 1 ] is considered as the time of initiation of an assay period, and the time of the ratio becoming out of range [ predetermined / containing 1 ] after that is considered as the time of termination of an assay period. Based on the time of this initiation and termination, the measurement precision of a massflow controller is authorized, as shown in (1).

[0020] Moreover, in the massflow controller flow rate assay system of this invention (4), when a massflow controller is attached in the pipe line, it authorizes, as shown in (1) thru/or (3), and a storage means always [ forward ] memorizes by using the data of a fall of the pressure at that time as data. And after a process works, again, as shown in (1) thru/or (3), it authorizes, and a control means the data of a fall of the measured pressure, and always [ forward ] compares data, and authorizes the abnormalities of a massflow controller.

[0021] Moreover, in the massflow controller flow rate assay system of this invention (5), about the massflow controller of a large flow rate, the 2nd latching valve is opened and a reserve tank is connected to a gas piping system, and as shown in (1) thru/or (4), it authorizes. On the other hand, about the massflow controller of a small flow rate, the 2nd latching valve is closed and a reserve tank is intercepted from a gas piping system, and as shown in (1) thru/or (4), it authorizes. Moreover, in the massflow controller flow rate assay system of this invention (6), about the massflow controller of a large flow rate, a purge valve is opened and the measurement precision of a massflow controller is authorized for the gas for measurement with the indicated value of a sink and the mass flow sensor at that time to a mass flow sensor and a massflow controller. About the massflow controller of

a small flow rate, as shown in (1) thru/or (4), it authorizes.

[0022]

[Example] Some examples which materialized the massflow controller flow rate assay system of this invention, and were hereafter included in the gas piping system are explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the block diagram of the gas system of the 1st example. In drawing 1, two kinds of process gas (A, B) lets the process gas line (16A, 16B) which has the 1st closing motion valve (15A, 15B), a massflow controller (11A, 11B), and the 2nd closing motion valve (2A, 2B), respectively pass, and is supplied to a process chamber. In a process chamber, dry etching, gaseous-phase membrane formation, thermal oxidation, etc. are performed to a semi-conductor wafer using the supplied process gas.

[0023] Furthermore, the common measurement gas line 12 is formed apart from the source of process gas (A, B). The measurement gas line 12 contains the regulator for supplying the nitrogen gas which is gas for measurement for flow rate assay of a massflow controller (11A, 11B), and decompressing and supplying the source of high-pressure nitrogen gas, and nitrogen gas to a required pressure. In addition, the measurement gas line 12 serves as a role of a gas line for a purge used when carrying out atmospheric-air disconnection of the process chamber. piping from the measurement gas line 12 should branch, after passing through a purge valve 14, and pass the closing motion valve for connection (4A, 4B) -- it joins between the 1st closing motion valve (15A, 15B) of each process gas line, and a massflow controller (11A, 11B).

[0024] It has a closing motion valve for connection (4A, 4B) in order to authorize a massflow controller (11A, 11B) to each \*\*. That is, although mentioned later for details, when authorizing massflow controller 11A, closing motion valve 4A for connection is opened, and closing motion valve 4B for connection is closed. Closing motion is made reverse when authorizing massflow controller 11B. On the other hand, a purge valve 14 is a pilot type closing motion valve, and the solenoid valve 21 which supplies the air for driving this and is intercepted is connected. Moreover, a pressure sensor 13 is formed between a purge valve 14 and the closing motion valve for connection (4A, 4B), and the pressure of the nitrogen gas for measurement is detected.

[0025] The gas system of this example has the flow rate assay control unit 22. The flow rate assay control unit 22 is constituted by the display 26 which displays A/D converter 25, and various data and statuses for changing into digital data CPU23 which is an operation means, I/O24 which is an input/output interface, and analog data, and I/O27 which is an interface with a host computer 28. Here, ROM which stores a control program, and RAM which memorizes data etc. temporarily are included in CPU23.

[0026] The output of a pressure sensor 13 is connected to A/D converter 25. Moreover, the solenoid valve 21 is connected to I/O24. On the other hand, the flow rate assay control unit 22 is connected to the host computer 28 which is controlling the whole process. That is, I/O27 is connected to I/O29 which is an interface by the side of a host computer 28 through the data communication lines 31 and 31. I/O29 is connected to CPU30 of a host computer



28.

[0027] Next, an operation of the gas system of this example that has the above-mentioned configuration is explained. The operation in the case of performing introduction and the usual process is explained. In case the usual process recipe is performed in this gas system After the nitrogen from the measurement gas line 12 does not flow to each gas line by making close a latching valve (4A, 4B) and making it each process gas not flow backwards to the direction of a pressure sensor 13 A programmed voltage is impressed to a massflow controller (11A, 11B), and only a required flow rate passes each process gas to a process chamber by making open the 1st closing motion valve (15A, 15B) and the 2nd closing motion valve (2A, 2B). In a process chamber, the wafer which it is going to process is contained, heating, plasma impression, etc. are performed suitably, it combines with an operation of process gas and required processing is performed.

[0028] In this gas system, the case where a massflow controller (11A, 11B) is exchanged for a new article is considered. Since a massflow controller generally has a capillary inside, even if it is the thing of a highly uniform, it is influenced also according to the factor which cannot disregard the individual difference of the relation of the applied voltage and real flow rate, and is [ condition / of joint with piping / bolting ] hard to control. For this reason, it is desirable when resetting up the applied voltage to the real flow rate which measures and needs the real flow rate in the condition of having included in the system aims at good operation of a process.

[0029] Moreover, since plugging of a capillary etc. may occur and the property of a massflow controller (11A, 11B) may change by carrying out count activation of many real recipes, in the very large semi-conductor production process of the effect which the precision of a real flow rate has on quality directly, it is required to authorize the real flow rate which a massflow controller (11A, 11B) measures by suitable frequency. Since the massflow controller flow rate assay system is incorporated in the gas system of this example, it is possible to reset up the applied voltage to the real flow rate which authorizes and needs the gas real flow rate of each massflow controller (11A, 11B).

[0030] The procedure of the quantity of gas-flow assay in the gas system of this example is explained based on the flow chart of drawing 2 and drawing 3 . Drawing 2 explains first the procedure which measures the pressure drawdown time amount of forward always. This flow is performed by the control program stored in ROM of said CPU23. If it equips with new massflow controller 11A, supply of the process gas A to massflow controller 11A will be first intercepted by making close 1st closing motion valve 15A. And 2nd closing motion valve 2A and massflow controller 11A are opened, and the process gas A which remains in the massflow controller 11 is discharged. And a purge valve 14 and latching valve 4A are opened, and nitrogen gas is introduced into process gas-line 16A from the measurement gas line 12 (S1). In addition, at this time, latching valve 4B closes and intercepts with other process gas lines.

[0031] Next, let a flow rate setup of massflow controller 11A be the predetermined value usually used in a process (S2). The nitrogen gas of the pressure set to process gas-line 16A

by the regulator contained in the measurement gas line 12 is filled up with this condition, and the nitrogen gas of the usual setting flow rate is flowing out of massflow controller 11A. The monitor of the pressure of the nitrogen gas at this time is carried out by the pressure sensor 13. Next, a purge valve 14 is closed (S3). Thereby, supply of the nitrogen gas from the measurement gas line 12 is suspended. For this reason, the pressure of the nitrogen gas which a pressure sensor 13 detects declines with the outflow from massflow controller 11A.

[0032] During the period from which this pressure drop has happened, the detected pressure force of the pressure sensor 13 is read with a predetermined time interval (it can \*\* in the top, so that 10 thru/or 200msec extent, and the resolution of A/D converter 25 are high), and RAM of CPU23 memorizes (S4). It is  $P_n$  about this following and detected pressure force. It displays. At this time, by CPU23, change value  $\Delta P_n (=P_n - P_{n-1})$  of the detected pressure force is computed, and this is also memorized. CPU23 is  $\Delta P_n$ . Whenever it computes, it is change value  $\Delta P_{n-1}$  [ last ]. It compares. And  $\Delta P_n$   $\Delta P_{n-1}$  It judges whether the absolute value ABS of a difference ( $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ) is below the predetermined critical value  $dP$  (S5). When it is over  $dP$ , return and also measurement are continued to (S5:No) and S4.

[0033] ABS ( $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ) is below  $dP$  --  $P_n$  at that time (S5:Yes) a value -- initial pressure  $P_1$  \*\* -- carrying out -- RAM of CPU23 -- setting up -- the time of day at that time (the same the following based on the time of closing a purge valve 14 by S3) -- time amount measurement start time  $t_1$  \*\* -- it carries out (S6). That is, since a flow rate is not stabilized immediately after closing a purge valve 14 and high measurement of precision cannot do it, it is for making this into the outside of the object of a pressure drawdown rate operation. And the pressure survey in further predetermined spacing is continued, and it is  $P_n$ . And  $\Delta P_n$  It memorizes to RAM (S7). CPU23 is  $\Delta P_n$ . Whenever it computes, it is change value  $\Delta P_{n-1}$  [ last ]. It compares. And it judges whether ABS ( $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ) is over  $dP$  (S8). In being below  $dP$ , it continues return and also measurement to (S8:No) and S7. It is because it can consider that a pressure drawdown rate is still fixed.

[0034] if ABS ( $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ) is over  $dP$  (S8:Yes) --  $P_n$  at that time a value -- telophase pressure  $P_2$  \*\* -- carrying out -- RAM of CPU23 -- setting up -- the time of day at that time -- time amount measurement end time  $t_2$  \*\* -- (S9) to carry out. And time of day  $t_1$  Time of day  $t_2$  It is the normal pressure drawdown time amount  $t_s$  about a difference. It carries out and memorizes to RAM of CPU23 (S10). And the setting flow rate of massflow controller 11A is displayed on a display 26 (S11). In this way, it is the pressure drawdown time amount  $t_s$  of forward always. Measurement is completed.

[0035] And when it is necessary to perform a real recipe several times and the flow rate of a massflow controller needs to be authorized, pressure drawdown time amount is measured again, and it is the normal pressure drawdown time amount  $t_s$ . It compares. This flow is shown in drawing 3. S21 to S23 of the flow of drawing 3 is completely the same as that of S1 to S3 of the flow of drawing 2. That is, 1st closing motion valve 15A and latching valve

4B are made close, 2nd closing motion valve 2A, massflow controller 11A, a purge valve 14, and latching valve 4A are opened, the nitrogen gas of the measurement gas line 12 is introduced into process gas-line 16A (S21), a flow rate setup of the massflow controller 11A is carried out (S22), a purge valve 14 is closed, and pressure drawdown is started (S23).

[0036] And initial pressure P1 which the measurement value of a pressure sensor 13 measured by the flow of drawing 2 It is the time amount measurement start time t3 about the time of cutting. It carries out (S24) and the measurement value of a pressure sensor 13 is the telophase pressure P2. It is the time amount measurement end time t4 about the time of cutting. It carries out (S25). And it is the measurement pressure drawdown time amount te about the difference of both time of day. It carries out and memorizes to RAM of CPU23 (S26). CPU23 is the measurement pressure drawdown time amount te. Normal pressure drawdown time amount ts It judges whether it compares and is in tolerance (S27). In being in tolerance, a normal purport is outputted (S28), and (S27:Yes) and massflow controller 11A calculate a real flow rate from the relation between pressure drawdown time amount and a setting flow rate (S29), and display the real flow rate obtained as a result of the count on a display 26 (S30). Measurement pressure drawdown time amount te In not being in tolerance, (S27:No) and massflow controller 11A output an unusual purport (S31).

[0037] Measurement pressure drawdown time amount te performed by S27 here Normal pressure drawdown time amount ts Decision of the condition of massflow controller 11A by comparison is explained. In S27, it asks for the flow rate rate of change r by the following (1) type.

$$r = (te - ts) / te \quad (1)$$

If this r is closer to 0 than a predetermined value, in S27, it will be judged as Yes. It is te in order to calculate the value of r with a sufficient precision. It is necessary to take as greatly as possible. for this reason, within the limits accepted that a flow rate is fixed in the flow of drawing 2 -- P1 from -- P2 the range to reach -- if possible -- large -- taking -- the flow of drawing 3 -- setting -- te He is trying to be taken as greatly as possible.

[0038] Assay of massflow controller 11A is made in this way. Since according to the flow of this drawing 2 and drawing 3 the optimal measuring pressure force is determined by control of the flow rate assay control unit 22 and hydrometry is performed by that pressure value, there is no need of carrying out setting pressure repeating manual measurement for each massflow controller of every like before.

[0039] Next, the 2nd example is explained. This example transforms some flows of control of the 1st above mentioned example, is not the difference of a pressure and makes a judgment whether the pressure drawdown rate in [ S5 and S8 ] the flow of the initial measurement of drawing 2 is fixed by the ratio. Namely, pressure value  $\Delta P_n$   $\Delta P_{n-1}$  If a ratio is a value near 1, it will consider that a pressure drawdown rate is fixed, and it is a pressure P1. Pressure P2 It determines. Therefore, if the value of  $(\Delta P_{n-1} / \Delta P_n)$  is outside the range (for example, 0.985 - 1.015 grade) appointed beforehand in S5, it will be judged as No, if it is within the limits of it, it will be judged as Yes, and it is a pressure P1

at S6. It determines. And in S8, if it is within the limits of it, it will be judged as No, if it is outside the range, it will be judged as Yes, and it is a pressure P2 at S9. It determines. There is especially no difference except this.

[0040] Next, the 3rd example is explained. This example performs deformation different from the 2nd example described above about some flows of control of the 1st example, and sets it to the flow of measurement of drawing 3. The indicated value of a pressure sensor 13 is a pressure P1. And pressure P2 Time of day t1 determined by the initial measurement flow instead of finding a pressure drawdown rate from the time of day when cutting Time of day t2 It uses and a pressure drawdown rate is found from the indicated value of the pressure sensor 13 at those times. Therefore, at S24, it is time of day t1. It is the pressure which can be set P3 It carries out and is time of day t2 at S25. It is the pressure which can be set P4 It carries out. And a pressure P3 and a pressure P4 Pressure P1 for which it asked by the difference and the flow of drawing 2 Pressure P2 It asks for the flow rate rate of change r according to a difference, and processing not more than S27 is performed. There is especially no difference except this.

[0041] Next, the 4th example is explained. This example is considered as the configuration which equipped the down-stream location with the reserve tank 17 from the purge valve 14 of the measurement gas line 12 as shown in drawing 4. The attaching position of a reserve tank 17 is equipped with the 2nd latching valve 18. When the 2nd latching valve 18 is closed, there are no thing and difference of the configuration of drawing 1. When the 2nd latching valve 18 is being opened, only the part of a reserve tank 17 has the volume of a down-stream part larger than a purge valve 14. In the gas system of this configuration, the same flows of control as said 1st example perform hydrometry. That is, in this example, where the 2nd latching valve 18 is opened, the same flow as drawing 2 and drawing 3 performs initial measurement and the hydrometry after use in the first half.

[0042] The description of this example is that it can measure the flow rate of the massflow controller of a large flow rate with high degree of accuracy. Because, the volume of piping from a purge valve 14 to [ the gas system of the configuration of drawing 1 ] massflow controller 11A is small. For this reason, when the flow rate of massflow controller 11A is large, a pressure drawdown rate is too quick and becomes inadequate [ the accuracy of measurement of the pressure drawdown time amount in the flow of drawing 2 ]. So, in this example, by performing measurement various in the condition of having opened the 2nd latching valve 18, the piping volume is enlarged, and only the part of a reserve tank 17 secures pressure drawdown time amount sufficiently long also about the massflow controller of a large flow rate, and enables assay by the high accuracy of measurement. As shown in drawing 5, specifically, actuation (S41) of opening the 2nd latching valve 18 is inserted just behind in [ S1 ] the flow of said drawing 2, and just behind in [ S21 ] the flow of drawing 3.

[0043] About the massflow controller of a small flow rate, if the 2nd latching valve 18 is closed and measured, with the case of the 1st example, it will be an EQC and the long measuring time will hardly be required unfairly. In addition, in this example, a reserve

tank 17 and 2 or more sets of 2nd latching valve 18 may be formed not only in one piece each. For example, when 2 sets of reserve tanks 17 and the 2nd latching valve 18 are formed, optimal measurement can be performed for every massflow controller of a small flow rate, the amount of middle classes, and a large flow rate. In this case, it defines [ which measures ] beforehand whether a reserve tank 17 is used for every gas line. Moreover, as flows of control, the thing of not only the thing of said 1st example but the 2nd example or the thing of the 3rd example may be used.

[0044] Next, the 5th example is explained. This example is considered as the configuration which equipped the down-stream location with the mass flow sensor 19 from the purge valve 14 of the measurement gas line 12 as shown in drawing 6 . The mass flow sensor 19 measures directly and outputs the flow rate of the flowing gas, and the thing suitable for the flow rate range used in the massflow controller of a large flow rate is used. The output of the mass flow sensor 19 is inputted into CPU23 through an A/D converter like the output of a pressure sensor 13. In addition to this, the thing of drawing 1 and the difference in a configuration are not.

[0045] In this example, when measuring the massflow controller of a small flow rate, the pressure drawdown rate when discharging from massflow controller 11A performs hydrometry like said 1st example. It is because a pressure drawdown rate is small in measurement of the massflow controller of a small flow rate, pressure drawdown time amount is comparatively long, so measurement of a sufficiently high precision can be performed by this approach. On the other hand, when measuring the massflow controller of a large flow rate, the mass flow sensor 19 is used. It is because pressure drawdown time amount is short in the case of a large flow rate, so the measuring accuracy by the pressure drawdown rate tends to become low. What is necessary is to close 1st closing motion valve 15A, to open a purge valve 14, latching valve 4A, and 2nd closing motion valve 2A, to carry out a flow rate setup of massflow controller 11A, and just to read the flow rate value of the mass flow sensor 19 in the condition, in carrying out the hydrometry by the mass flow sensor 19.

[0046] Therefore, the flow of the initial measurement in this example becomes what inserted decision of the selection of a measuring method to the flow shown in drawing 2 , and the hydrometry by the mass flow sensor 19. This is shown in drawing 7 . In S42, that judgment which should be measured with which measurement method is made after processing (massflow controller 11A is usually set as a flow rate) of S2 of drawing 2 . When performing the hydrometry by the mass flow sensor 19 (S42:Yes) (i.e., when measuring the massflow controller of a large flow rate), it progresses to S43, and measurement by the mass flow sensor 19 is performed. What is necessary is just to read the indicated value of the mass flow sensor 19, without closing a purge valve 14 as it is, since 1st closing motion valve 15A is closed by processing to S2 and a purge valve 14, latching valve 4A, and 2nd closing motion valve 2A are opened in this condition, as drawing 2 explained.

[0047] And the measured value is memorized to RAM of CPU23 (S44). And it progresses to S11 of drawing 2 , and the flow rate value is displayed on a display 26. Measurement by

the pressure drawdown rate which results in less than [ S3 ] S11 which progressed to S3 of (S42:No) and drawing 2 when not performing the hydrometry by the mass flow sensor 19 by S42 (i.e., when measuring the massflow controller of a small flow rate), and were described above is performed.

[0048] Moreover, in this example, after using a massflow controller for a real process, decision of selection of a measuring method and the hydrometry by the mass flow sensor 19 are similarly inserted in the flow of assay. This is shown in drawing 8 . In S45, that judgment which should be authorized with which measurement method is made after processing (massflow controller 11A is usually set as a flow rate) of S22 of drawing 3 . When performing the hydrometry by the mass flow sensor 19 (S45:Yes) (i.e., when authorizing the massflow controller of a large flow rate), it progresses to S46, and measurement by the mass flow sensor 19 is performed. What is necessary is just to read the indicated value of the mass flow sensor 19, without closing a purge valve 14 as it is, since 1st closing motion valve 15A is closed by processing to S22 and a purge valve 14, latching valve 4A, and 2nd closing motion valve 2A are opened in this condition, as drawing 3 explained.

[0049] And the measured value is memorized to RAM of CPU23 (S47). And processing after progressing to S27 of drawing 3 is performed. Assay after S23 which progressed to S23 of (S45:No) and drawing 3 when not performing the hydrometry by the mass flow sensor 19 by S45 (i.e., when authorizing the massflow controller of a large flow rate), and were described above is performed. Thus, direct hydrometry is performed by the mass flow sensor 19 in this example. Here, since only the nitrogen gas from the measurement gas line 12 flows in the mass flow sensor 19 and process gas, such as silane gas, does not flow, property change does not arise in mass flow sensor 19 the very thing.

[0050] Since hydrometry is performed using a period when a pressure drop rate in case nitrogen gas is discharged through massflow controller 11A and a pressure declines is fixed according to the massflow controller flow rate assay system concerning said each example as explained to the detail above, sufficient pressure drawdown time amount is secured, and the period which is not fixed is not included in measurement, and flow rate assay can be performed in a high precision. Here, since monitoring of the indicated value of a pressure gage is carried out with a fixed time interval and fluctuation of the absolute value of a difference with the last monitor value determines a period when a pressure drop rate is fixed, the decision of an assay period is made appropriately, without being based on manual measurement actuation. Fluctuation of a ratio with the last monitor value may determine a period when a pressure drop rate is fixed.

[0051] Moreover, if hydrometry is performed and normal values are memorized when it equips with new massflow controller 11A, it can authorize easily by measuring again and comparing with a clarification value after real process operation, without removing massflow controller 11A one by one. Moreover, when the system equipped with a reserve tank 17 and the 2nd latching valve 18, then massflow controller 11A which it is going to authorize are the things of a large flow rate, the massflow controller of a large flow rate can

also be authorized with high precision by opening the 2nd latching valve 18 and applying the volume of a reserve tank 17 to the pipe line. Moreover, when the system equipped with the mass flow sensor 19, then massflow controller 11A which it is going to authorize are the things of a large flow rate, the real flow rate of direct massflow controller 11A can be read using the mass flow sensor 19, and it can authorize with a sufficient precision.

[0052] In addition, of course, various deformation and amelioration are possible within limits which said example does not limit this invention and do not deviate from the summary of this invention. For example, although nitrogen gas was used as gas for measurement here, other gas may be used as long as not only nitrogen gas but the clean thing which is inactive is available gas.

[0053]

[Effect of the Invention] From having explained above, like [ it is \*\*\*\*\* and ] in the massflow controller flow rate assay system of this invention Without needing the setting pressure for assay for each massflow controller of every By being able to apply also to the system equipped with two or more massflow controllers with which properties differ, and enabling flow rate assay with high degree of accuracy also about the massflow controller of a large flow rate especially The massflow controller flow rate assay system which enables stable operation of the process which corresponds to the individual difference and aging of a massflow controller appropriately, has in them, and uses gas, and high availability operation can be offered.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the massflow controller flow rate assay structure of a system concerning the 1st example.

[Drawing 2] It is a flow chart in the case of measuring the pressure drawdown time amount of forward always.

[Drawing 3] It is a flow chart in the case of measuring the pressure drawdown time amount after a real processes run.

[Drawing 4] It is the block diagram showing the massflow controller flow rate assay structure of a system concerning the 4th example.

[Drawing 5] It is the description part of measurement of the pressure drawdown time amount in the case of the 4th example.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the massflow controller flow rate assay structure of a system concerning the 5th example.

[Drawing 7] It is the description part of measurement of the pressure drawdown time amount of forward always in the case of the 5th example.

[Drawing 8] It is the description part of measurement of the pressure drawdown time amount after the real processes run in the case of the 5th example.

[Drawing 9] When discharging gas from a massflow controller generally, it is the graph

which shows signs that a flow rate and a pressure change.

[Description of Notations]

11A Massflow controller

12 Measurement Gas Line

13 Pressure Sensor

14 Purge Valve

15 1st Latching Valve

17 Reserve Tank

18 2nd Latching Valve

19 Mass Flow Sensor

23 CPU

25 A/D Converter



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-306084

(43) 公開日 平成7年(1995)11月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 F 25/00	C			
1/34	Z			

審査請求 有 請求項の数 6 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-124319

(22) 出願日 平成6年(1994)5月12日

(71) 出願人 000106760

シーケーディ株式会社

愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地

(72) 発明者 林本 茂

愛知県小牧市大字北外山字早崎3005 シーケーディ株式会社内

(72) 発明者 須藤 良久

愛知県小牧市大字北外山字早崎3005 シーケーディ株式会社内

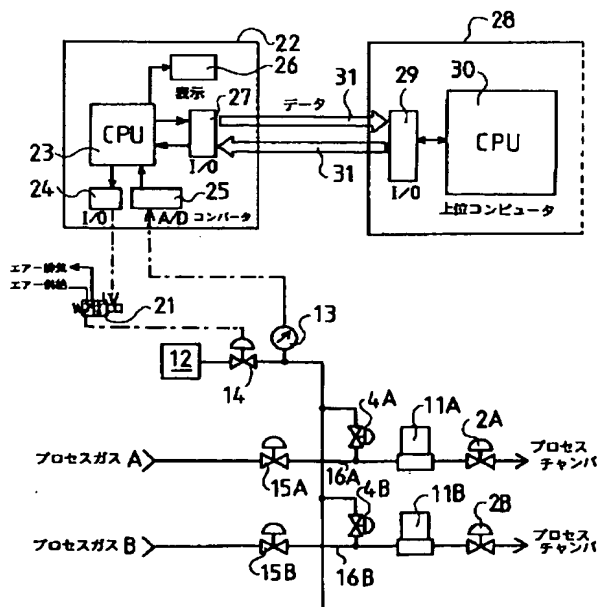
(74) 代理人 弁理士 富澤 孝 (外2名)

(54) 【発明の名称】 マスフローコントローラ流量検定システム

(57) 【要約】

【目的】 配管中に組み込んだままの状態でのマスフローコントローラの流量計測精度の検定を容易に可能としたマスフローコントローラ流量検定システムを提供すること。

【構成】 マスフローコントローラ絶対流量検定システムは、第1開閉弁15とマスフローコントローラ11との間のマスフローコントローラ入口配管16上にあって、計測用ガスライン12と、計測用ガスライン12とマスフローコントローラ入口配管16との間で管路を開閉するパージ弁14と、マスフローコントローラ11の入口側の圧力を計測する圧力センサ13とを有する。プロセスガスの供給を第1開閉弁15により遮断した後、計測用ガスを導入し、パージ弁14を閉じて圧力を低下させる。圧力低下速度が一定である期間の開始時と終了時との圧力とその所要時間とから、マスフローコントローラ11の流量を検定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プロセスガス源から第 1 遮断弁およびマスフローコントローラを順次経由してプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系において、計測用ガスを供給する計測用ガス源と、入口側が前記計測用ガス源に接続し、出口側が前記ガス配管系の前記マスフローコントローラの入口側に接続するパージ弁と、前記パージ弁の出口側の圧力を計測する圧力計と、前記圧力計の指示値を一定の時間間隔でモニタするモニタリング手段とを有し、前記マスフローコントローラへの前記プロセスガスの供給を前記第 1 遮断弁により遮断し、前記パージ弁を開いて前記圧力計の指示値を所定の圧力にした後パージ弁を閉じて圧力を低下させ、前記圧力計の指示値が一定速度で低下する検定期間を前記モニタリング手段のモニタ結果より決定し、前記検定期間の開始時の圧力と、検定期間の終了時の圧力と、前記開始時から前記終了時に至るまでの所要時間とによりマスフローコントローラの計測精度を検定することを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記モニタリング手段がモニタした前記圧力計の指示値を前回のモニタ時の指示値と比較してその差の絶対値を算出する絶対値算出手段を有し、前記絶対値算出手段が算出した絶対値と前回の算出値との差が所定の値以下となった時を前記検定期間の開始時とし、その後その差が所定の値を越えた時を検定期間の終了時とすることを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 3】 請求項 1 に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記モニタリング手段がモニタした前記圧力計の指示値を前回のモニタ時の指示値と比較してその変化率を算出する変化率算出手段を有し、前記変化率算出手段が算出した変化率と前回の算出値との比率が 1 を含む所定の範囲内となった時を前記検定期間の開始時とし、その後その比率が 1 を含む所定の範囲外となった時を検定期間の終了時とすることを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に前記検定を行い、前記圧力の低下の正常時データを記憶する記憶手段と、前記プロセスが稼働した後、前記検定を行って計測した圧力の低下のデータと前記正常時データとを比較してマスフローコントローラの異常を検定する制御手段とを有

することを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 4 に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記パージ弁の出口側に設けられたリザーブタンクと、前記リザーブタンクの入口に設けられた第 2 遮断弁とを有し、大流量のマスフローコントローラについては前記第 2 遮断弁を開いて検定を行い、小流量のマスフローコントローラについては前記第 2 遮断弁を閉じて検定を行うことを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 4 に記載するマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記パージ弁の出口側に設けられたマスフローセンサを有し、大流量のマスフローコントローラについては、前記パージ弁を開いて前記計測用ガスを前記マスフローセンサ及び前記マスフローコントローラに流し、そのときの前記マスフローセンサの指示値により検定を行い、小流量のマスフローコントローラについては前記の各手段により検定を行うことを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造プロセスにおけるガスシステムに使用するマスフローコントローラの流量検定に関し、さらに詳細にはシステム中に組み込んだ状態でのマスフローコントローラの流量計測精度の検定が可能な流量検定システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造工程中の成膜装置、乾式エッチング装置等においては、例えばシランやホスフィン等のいわゆる特殊材料ガスや塩素ガス等の腐食性ガスおよび水素ガス等の強燃性ガス等を使用する。これらのガスの使用に当たっては、次に述べる理由によりその流量を極めて厳格に管理しなければならない。

【0003】その理由として、ガス流量がプロセスの良否に直接影響することが挙げられる。すなわち、成膜プロセスにおいては膜質が、エッチングプロセスにおいては回路加工の良否が、ガス流量の精度により多大な影響を受けるのである。別の理由として、この種のガスの多くは人体や環境に対する有害性あるいは爆発性等を有することが挙げられる。このため使用後のこれらのガスは、直接大気に排気することは許されず、ガス種に応じた除害手段を備えなければならない。かかる除害手段は通例処理能力が限られていて、許容値以上の流量が流れると有害ガスの環境への流出や除害手段の破損につながることがある。さらに、これらのガス、特に半導体製造プロセスにて使用しうる高純度かつ無塵のものは高価な

上、ガス種によっては自然劣化による使用期限があるため大量保管ができないことも理由となる。

【0004】一方、プロセス機器が要求するこれらのガスの実際の流量は、多くても500sccm程度と小さいので、従来より配管中に公知のマスフローコントローラを配設して、ガス種ごとに最適の流量を流すようにしている。かかるマスフローコントローラは、印加電圧を変更することにより、設定流量を変更してプロセスレシピの変更に対応できるようになっている。

【0005】この種のガスプロセスにおけるマスフローコントローラは、小流量をコントロールすることを目的とするものであるため内部に細管を有し、その細管の作用により流量のモニター等を行っている。一方マスフローコントローラを流れるガスのうち特に成膜用材料ガスは、その特性上配管内でも固形物を析出する可能性があり、配管の流量容量を変化させることがある。かかる変化が起こればそのマスフローコントローラにおける印加電圧と実流量との関係は当然変化し、印加電圧の設定に変化がなくても実流量が変化するので、プロセスの安定性を阻害することになる。現実にはこのような変化が起

った場合には、正しいガス流量を流すべく印加電圧の設定を修正しなければならない。このとき、マスフローコントローラの実流量を計測する必要が生ずる。

【0006】さらに析出固形物が蓄積すると、印加電圧設定の修正では対処しきれなくなる。細管のつまりにより流量のモニターが不可能になるからである。それ以前にこのようなマスフローコントローラを使用し続けることは、半導体製造上最も嫌うべきパーティクルをプロセス機器に送り込むことになり、好ましくない。したがってこのような場合には、マスフローコントローラを新品

に交換しなければならない。ここでマスフローコントローラの印加電圧と実流量との関係は、同一機種であっても個体差を無視できず、また配管系とのジョイントの締め付け具合も実流量に影響するので、交換した新しいマスフローコントローラにおいて実流量を計測する必要がある。

【0007】しかし、マスフローコントローラの実流量を計測することは、過去ほとんど行われていない。その理由は、配管系に組み込んだ状態でのマスフローコントローラの実流量の計測が困難なことにある。そこで、実

流量を計測するかわりに作業者の勘と経験とにより暫定的に印加電圧を設定し、プロセスを実行してその良否により暫定値の良否を判断し、これを繰り返して最適設定値を決定しているのである。このため最適値決定までに時間がかかりプロセス装置の実稼動率が低くなるばかりでなく、その過程で消費する各種ガスやテストウェハ等のコストも軽視し得ない。

【0008】この問題を解決するために本出願人は、特

10

20

30

40

50

を提案している。この方法では、マスフローコントローラへのプロセスガスの供給を遮断した後、パージ用窒素ガスの配管系から窒素ガスを導入し、マスフローコントローラの入口側配管を窒素ガスで満たした後、時間経過に伴う圧力降下を計測することにより、マスフローコントローラの流量検定を行っていた。さらに詳細には、配管系にマスフローコントローラを設置したときに時間経過に伴う圧力降下の初期値を計測、記憶しておき、マスフローコントローラを使用した後、時間経過に伴う圧力降下の値を計測し、その値と初期値との変化を知ることにより、マスフローコントローラの流量検定を行っていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特願平4-286986号で提案したシステムには、次の問題があった。

(1) このシステムは基本的に、配管に検定用不活性ガス(一般にはN<sub>2</sub>ガス)を充填し、マスフローコントローラから放流したときの圧力降下速度を、新品時に測定した基準値と比較することを要旨とする。ここで圧力降下速度は、圧力降下の開始時と終了時との圧力及び時刻を測定し、圧力降下時間と圧力差とから求めた平均値を使用する。

【0010】圧力降下時間を高精度に測定するためには、開始時から終了時までの期間を長く採る必要があるが、一方、圧力降下速度は厳密には一定でない。マスフローコントローラから放流したときの一般的な圧力と流量との変化を図9のグラフに示す。放流開始時(t<sub>1</sub>)から暫くの間(区間A)はほぼ一定の流量であるが、時刻t<sub>2</sub>以後(区間B)は流量が減少している。このため、圧力降下時間の測定が区間Bに及ぶ程に長い期間を採ると却って測定精度を悪くするので、当該期間は区間Aの範囲内でなるべく長い期間を設定しなければならない。しかし、流量が減少し始める時刻t<sub>2</sub>に対応する圧力は個々のマスフローコントローラにより機差があり一定しない。このため、マスフローコントローラを配管に接続する前に流量変動実験を行い測定条件を決定しておく必要があり、工数や専用の測定装置等の負担が大きい。

【0011】(2) 更に、ガスラインにはプロセスで使用するガスの種類に応じて、複数の分枝が設けられ、それぞれにマスフローコントローラが備えられる。各マスフローコントローラは、ガス種、流量レンジ、圧力範囲等により異なる特性が与えられており、流量検定のための最適な測定条件も異なる。このため、各マスフローコントローラごとに、初期圧力等流量検定のための諸条件を設定する必要がある。

(3) また、特に大流量のマスフローコントローラを検定する場合には、配管の容積が一般に小さいことから、直ちに圧力が降下する。従って、圧力降下時間が短す

ぎ、よい測定精度が得られなかった。

【0012】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、(1、2)個々のマスフローコントローラごとの検定用圧力設定を必要とせず特性の異なる複数のマスフローコントローラを備えた系にも適用でき、(3)特に大流量のマスフローコントローラについても高精度で流量検定可能とすることにより、マスフローコントローラの個体差や経時変化に適切に対応し、もってガスを使用するプロセスの安定運転と高稼働率操業とを可能とするマスフローコントローラ流量検定システムを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

(1)前記目的を達成するために本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、プロセスガス源から第1遮断弁およびマスフローコントローラを順次経由してプロセスチャンバにプロセスガスを供給するガス配管系において、計測用ガスを供給する計測用ガス源と、入口側が前記計測用ガス源に接続し、出口側が前記ガス配管系の前記マスフローコントローラの入口側に接続するパージ弁と、前記パージ弁の出口側の圧力を計測する圧力計と、前記圧力計の指示値を一定の時間間隔でモニタするモニタリング手段とを有し、前記マスフローコントローラへの前記プロセスガスの供給を前記第1遮断弁により遮断し、前記パージ弁を開いて前記圧力計の指示値を所定の圧力にした後パージ弁を閉じて圧力を低下させ、前記圧力計の指示値が一定速度で低下する検定期間を前記モニタリング手段のモニタ結果より決定し、前記検定期間の開始時の圧力と、検定期間の終了時の圧力と、前記開始時から前記終了時に至るまでの所要時間とによりマスフローコントローラの計測精度を検定する。

【0014】(2)また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、(1)に記載するものであって、前記モニタリング手段がモニタした前記圧力計の指示値を前回のモニタ時の指示値と比較してその差の絶対値を算出する絶対値算出手段を有し、前記絶対値算出手段が算出した絶対値と前回の算出値との差が所定の値以下となった時を前記検定期間の開始時とし、その後その差が所定の値を越えた時を検定期間の終了時とすることを特徴とする。

(3)また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、(1)に記載するものであって、前記モニタリング手段がモニタした前記圧力計の指示値を前回のモニタ時の指示値と比較してその変化率を算出する変化率算出手段を有し、前記変化率算出手段が算出した変化率と前回の算出値との比率が1を含む所定の範囲内となった時を前記検定期間の開始時とし、その後その比率が1を含む所定の範囲外となった時を検定期間の終了時とすることを特徴とする。

【0015】(4)また、本発明のマスフローコントロ

ーラ流量検定システムは、(1)乃至(3)に記載するものであって、前記配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に前記検定を行い、前記圧力の低下の正常時データを記憶する記憶手段と、前記プロセスが稼働した後、前記検定を行って計測した圧力の低下のデータと前記正常時データとを比較してマスフローコントローラの異常を検定する制御手段とを有することを特徴とする。

(5)また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、(1)乃至(4)に記載するものであって、前記パージ弁の出口側に設けられたリザーブタンクと、前記リザーブタンクの入口に設けられた第2遮断弁とを有し、大流量のマスフローコントローラについては前記第2遮断弁を開いて検定を行い、小流量のマスフローコントローラについては前記第2遮断弁を閉じて検定を行うことを特徴とする。

【0016】(6)また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、(1)乃至(4)に記載するものであって、前記パージ弁の出口側に設けられたマスフローセンサを有し、大流量のマスフローコントローラについては、前記パージ弁を開いて前記計測用ガスを前記マスフローセンサ及び前記マスフローコントローラに流し、そのときの前記マスフローセンサの指示値により検定を行い、小流量のマスフローコントローラについては前記の各手段により検定を行うことを特徴とする。

【0017】

【作用】前記構成を有する本発明(1)のマスフローコントローラ流量検定システムでは、第1遮断弁を閉じてマスフローコントローラへのプロセスガスの供給を遮断し、パージ弁を開いてガス配管系に計測用ガスを供給する。圧力計の指示値が所定の圧力になってからパージ弁を閉じると、計測用ガスの供給が停止され、マスフローコントローラを通して計測用ガスが流出するので圧力計の指示値が低下する。圧力計の指示値は一定の時間間隔でモニタリング手段によりモニタされており、そのモニタ結果より圧力が一定速度で低下する検定期間が決定される。そして、検定期間の開始時の圧力と、検定期間の終了時の圧力と、開始時から終了時に至るまでの所要時間とによりマスフローコントローラの計測精度を検定する。

【0018】また、本発明(2)のマスフローコントローラ流量検定システムでは、絶対値算出手段が、モニタリング手段がモニタした圧力計の指示値を前回のモニタ時の指示値と比較してその差の絶対値を算出する。そして、算出された絶対値と前回の算出値との差が所定の値以下となった時を検定期間の開始時とし、その後その差が所定の値を越えた時を検定期間の終了時とする。かかる開始時と終了時とに基づき、マスフローコントローラの計測精度を(1)のように検定する。

【0019】また、本発明(3)のマスフローコントロ

ーラ流量検定システムでは、変化率算出手段が、モニタリング手段がモニタした圧力計の指示値を前回のモニタ時の指示値と比較してその変化率を算出する。そして、算出された変化率と前回の算出値との比率が1を含む所定の範囲内となった時を検定期間の開始時とし、その後その比率が1を含む所定の範囲外となった時を検定期間の終了時とする。かかる開始時と終了時とに基づき、マスフローコントローラの計測精度を(1)のように検定する。

【0020】また、本発明(4)のマスフローコントローラ流量検定システムでは、配管系にマスフローコントローラを取り付けた時に(1)乃至(3)のように検定を行い、そのときの圧力の低下のデータを正常時データとして記憶手段が記憶する。そして、プロセスが稼働した後、制御手段が、再び(1)乃至(3)のように検定を行い、計測した圧力の低下のデータと正常時データとを比較してマスフローコントローラの異常を検定する。

【0021】また、本発明(5)のマスフローコントローラ流量検定システムでは、大流量のマスフローコントローラについては、第2遮断弁を開いてリザーブタンクをガス配管系に接続して(1)乃至(4)のように検定を行う。一方、小流量のマスフローコントローラについては、第2遮断弁を閉じてリザーブタンクをガス配管系から遮断して(1)乃至(4)のように検定を行う。また、本発明(6)のマスフローコントローラ流量検定システムでは、大流量のマスフローコントローラについては、パージ弁を開いて計測用ガスをマスフローセンサ及びマスフローコントローラに流し、そのときのマスフローセンサの指示値によりマスフローコントローラの計測精度を検定する。小流量のマスフローコントローラについては(1)乃至(4)のように検定を行う。

【0022】

【実施例】以下、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムを具体化してガス配管系に組み込んだいくつかの実施例を図面を参照して説明する。図1は第1の実施例のガスシステムのブロック図である。図1においては、2種類のプロセスガス(A、B)が、それぞれ第1開閉弁(15A、15B)、マスフローコントローラ(11A、11B)、及び第2開閉弁(2A、2B)を有するプロセスガスライン(16A、16B)を通して、プロセスチャンバに供給されるようになっている。プロセスチャンバでは、供給されたプロセスガスをを用いて、半導体ウェハにドライエッチング、気相成膜、熱酸化等を行う。

【0023】さらに、プロセスガス源(A、B)とは別に、共通の計測ガスライン12が設けられている。計測ガスライン12は、マスフローコントローラ(11A、11B)の流量検定のための計測用ガスである窒素ガスを供給するものであり、高圧窒素ガス源と窒素ガスを必要の圧力に減圧して供給するためのレギュレータとを含

んでいる。なお、計測ガスライン12はプロセスチャンバを大気開放するとき等に用いるパージ用ガスラインとしての役割を兼ねている。計測ガスライン12からの配管は、パージ弁14を経た後分岐して、連結用開閉弁(4A、4B)を経て各プロセスガスラインの第1開閉弁(15A、15B)とマスフローコントローラ(11A、11B)との間に合流している。

【0024】連結用開閉弁(4A、4B)は、マスフローコントローラ(11A、11B)を各別に検定するために備えられるものである。すなわち、詳細は後述するが、マスフローコントローラ11Aを検定するときは、連結用開閉弁4Aを開き連結用開閉弁4Bを閉じる。マスフローコントローラ11Bを検定するときは開閉を逆にする。一方、パージ弁14はパイロット式開閉弁であって、これを駆動するためのエアを供給、遮断する電磁弁21が接続されている。また、パージ弁14と連結用開閉弁(4A、4B)との間に圧力センサ13が設けられ、計測用窒素ガスの圧力を検知するようになっている。

【0025】この実施例のガスシステムは、流量検定制御装置22を有している。流量検定制御装置22は、演算手段であるCPU23、入出力インターフェイスであるI/O24、アナログデータをデジタルデータに変換するためのA/Dコンバータ25、種々のデータやステータスを表示する表示装置26、上位コンピュータ28とのインターフェイスであるI/O27により構成されている。ここで、CPU23には、制御プログラムを格納するROM、及び一時的にデータ等を記憶するRAMを含んでいる。

【0026】圧力センサ13の出力は、A/Dコンバータ25に接続されている。また、電磁弁21は、I/O24に接続している。一方、流量検定制御装置22は、プロセス全体を制御している上位コンピュータ28に接続している。すなわち、I/O27はデータ通信線31、31を介して、上位コンピュータ28側のインターフェイスであるI/O29に接続している。I/O29は、上位コンピュータ28のCPU30に接続している。

【0027】次に、上記構成を有するこの実施例のガスシステムの作用を説明する。始めに、通常のプロセスを実行する場合の作用を説明する。かかるガスシステムにおいて通常のプロセスレシピを実行する際には、遮断弁(4A、4B)を閉として、計測ガスライン12からの窒素が各ガスラインに流れることがなく、かつ、各プロセスガスが圧力センサ13の方に逆流することのないようにした上で、マスフローコントローラ(11A、11B)に設定電圧を印加し、第1開閉弁(15A、15B)及び第2開閉弁(2A、2B)を開として、プロセスチャンバに各プロセスガスを必要な流量だけ流すのである。プロセスチャンバ内には、処理しようとするウェ

ハが収納されており、適宜加熱、プラズマ印加等を行い、プロセスガスの作用と併せて必要な処理が行われる。

【0028】かかるガスシステムにおいて、マスフローコントローラ（11A、11B）を新品に交換した場合について考察する。一般にマスフローコントローラは内部に細管を有するので、同一形式のものであっても、その印加電圧と実流量との関係の個体差は無視しえず、また配管とのジョイントの締め付け具合等の制御しにくい要因によっても影響を受ける。このため、システムに組み込んだ状態での実流量を計測して、必要とする実流量に対する印加電圧を設定し直しておくのが、プロセスの良好な操業を図る上で望ましい。

【0029】また、実レシピを多数回数実行することにより、細管の詰まり等が発生してマスフローコントローラ（11A、11B）の特性が変化することがあるので、実流量の精度が品質に直接与える影響のきわめて大きい半導体製造工程においては、適当な頻度でマスフローコントローラ（11A、11B）が計測する実流量を検定することが必要である。この実施例のガスシステムでは、マスフローコントローラ流量検定システムが組み込まれているので、各マスフローコントローラ（11A、11B）のガス実流量を検定し、必要とする実流量に対する印加電圧を設定し直すことが可能である。

【0030】この実施例のガスシステムにおけるガス流量検定の手順を図2及び図3のフローチャートに基づいて説明する。まず図2で、正常時の圧力降下時間を測定する手順について説明する。このフローは、前記CPU23のROMに格納されている制御プログラムにより実行されるものである。新品のマスフローコントローラ11Aを装着したらまず、第1開閉弁15Aを閉として、マスフローコントローラ11AへのプロセスガスAの供給を遮断する。そして、第2開閉弁2A及びマスフローコントローラ11Aを開いて、マスフローコントローラ11Aに残っているプロセスガスAを排出する。そして、パージ弁14及び遮断弁4Aを開いて計測ガスライン12から窒素ガスをプロセスガスライン16Aに導入する（S1）。尚、このとき遮断弁4Bは閉じて他のプロセスガスラインとは遮断しておく。

【0031】次に、マスフローコントローラ11Aの流量設定を通常プロセスで使用する所定の値とする（S2）。この状態では、プロセスガスライン16Aには計測ガスライン12に含まれるレギュレータにより定められる圧力の窒素ガスが充填され、マスフローコントローラ11Aからは通常の設定流量の窒素ガスが流出している。このときの窒素ガスの圧力は、圧力センサ13によりモニタされている。次に、パージ弁14を閉じる（S3）。これにより、計測ガスライン12からの窒素ガスの供給が停止される。このため圧力センサ13が検知する窒素ガスの圧力はマスフローコントローラ11Aから

の流出と共に低下する。

【0032】この圧力低下が起こっている期間中には、所定の時間間隔（10乃至200msec程度、A/Dコンバータ25の分解能が高いほどこまかくできる）で圧力センサ13の検知圧力が読み取られ、CPU23のRAMに記憶される（S4）。以下、この検知圧力を $P_n$ で表示する。このときCPU23では、検知圧力の変化値 $\Delta P_n (=P_n - P_{n-1})$ を算出し、これも記憶する。CPU23は、 $\Delta P_n$ を算出するごとに前回の変化値 $\Delta P_{n-1}$ と比較する。そして、 $\Delta P_n$ と $\Delta P_{n-1}$ との差の絶対値ABS（ $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ）が所定の臨界値dP以下であるか否かを判断する（S5）。dPを越えている場合には（S5：No）、S4へ戻り更に測定を続行する。

【0033】ABS（ $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ）がdP以下であると（S5：Yes）、そのときの $P_n$ の値を初期圧力 $P_1$ としてCPU23のRAMに設定し、そのときの時刻（S3でパージ弁14を閉じたときを基準とする、以下同じ）を時間計測開始時刻 $t_1$ とする（S6）。即ち、パージ弁14を閉じた直後は流量が安定せず精度の高い測定ができないので、これを圧力降下速度演算の対象外とするためである。そして更に所定の間隔での圧力測定を続行し、 $P_n$ 及び $\Delta P_n$ をRAMに記憶する（S7）。CPU23は、 $\Delta P_n$ を算出するごとに前回の変化値 $\Delta P_{n-1}$ と比較する。そして、ABS（ $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ）がdPを越えているか否かを判断する（S8）。dP以下である場合には（S8：No）、S7へ戻り更に測定を続行する。圧力降下速度が未だ一定と見なせるからである。

【0034】ABS（ $\Delta P_n - \Delta P_{n-1}$ ）がdPを越えていると（S8：Yes）、そのときの $P_n$ の値を終期圧力 $P_2$ としてCPU23のRAMに設定し、そのときの時刻を時間計測終了時刻 $t_2$ とする（S9）。そして、時刻 $t_1$ と時刻 $t_2$ との差を正常圧力降下時間 $t_s$ としてCPU23のRAMに記憶する（S10）。そして、マスフローコントローラ11Aの設定流量を表示装置26に表示する（S11）。かくして、正常時の圧力降下時間 $t_s$ の測定が終了する。

【0035】そして、実レシピを何度か実行してマスフローコントローラの流量を検定する必要が生じた場合には、再び、圧力降下時間を測定して正常圧力降下時間 $t_s$ と比較する。このフローを図3に示す。図3のフローのS21からS23までは図2のフローのS1からS3までと全く同様である。即ち、第1開閉弁15A、遮断弁4Bを閉とし、第2開閉弁2A、マスフローコントローラ11A、パージ弁14、及び遮断弁4Aを開いて、計測ガスライン12の窒素ガスをプロセスガスライン16Aに導入し（S21）、マスフローコントローラ11Aを流量設定し（S22）、パージ弁14を閉じて圧力降下を開始する（S23）。

【0036】そして、圧力センサ13の計測値が図2のフローで測定した初期圧力 $P_1$ を切るときを時間計測開始時刻 $t_3$ とし(S24)、圧力センサ13の計測値が終期圧力 $P_2$ を切るときを時間計測終了時刻 $t_4$ とする(S25)。そして、両時刻の差を計測圧力降下時間 $t_e$ 。としてCPU23のRAMに記憶する(S26)。CPU23は、計測圧力降下時間 $t_e$ を正常圧力降下時間 $t_s$ と比較して許容範囲内にあるか否かを判断する(S27)。許容範囲内にある場合には(S27:Yes)、マスフローコントローラ11Aが正常である旨を出力し(S28)、圧力降下時間と設定流量との関係よ

$$r = (t_e - t_s) / t_e$$

この $r$ が所定の値より0に近ければ、S27ではYesと判断される。 $r$ の値を精度よく求めるためには、 $t_e$ をなるべく大きくとる必要がある。このため、図2のフローでは、流量が一定と認められる範囲内で $P_1$ から $P_2$ に至る範囲をなるべく大きくとり、図3のフローにおいて $t_e$ がなるべく大きくとられるようにしているのである。

【0038】かくしてマスフローコントローラ11Aの検定がなされる。この図2、図3のフローによれば、流量検定制御装置22の制御により最適な測定圧力が決定され、その圧力値により流量測定が行われるので、従来のように個々のマスフローコントローラごとに手動測定を繰り返しながら圧力設定をする必要は全くない。

【0039】次に、第2の実施例について説明する。この実施例は、前記した第1の実施例の制御フローの一部を変形したものであり、図2の初期測定のフロー中S5、S8の圧力降下速度が一定であるか否かの判断を、圧力の差でなく比で行うものである。即ち、圧力値 $\Delta P_n$ と $\Delta P_{n-1}$ との比が1に近い値であれば圧力降下速度を一定とみなして圧力 $P_1$ と圧力 $P_2$ とを決定するものである。従ってS5では、 $(\Delta P_{n-1} / \Delta P_n)$ の値が予め定めた範囲(例えば、0.985~1.015等)外にあればNoと判断し、その範囲内にあればYesと判断してS6で圧力 $P_1$ を決定する。そしてS8では、その範囲内にあればNoと判断し、その範囲外にあればYesと判断してS9で圧力 $P_2$ を決定する。これ以外は特に違いはない。

【0040】次に、第3の実施例について説明する。この実施例は、第1の実施例の制御フローの一部について前記した第2の実施例とは別の変形を行ったものであり、図3の計測のフローにおいて、圧力センサ13の指示値が圧力 $P_1$ 及び圧力 $P_2$ を切るときの時刻から圧力降下速度を求めるかわりに、初期測定フローで決定した時刻 $t_1$ と時刻 $t_2$ とを用い、それらの時点における圧力センサ13の指示値から圧力降下速度を求めるものである。従って、S24では時刻 $t_1$ における圧力を $P_3$ とし、S25では時刻 $t_2$ における圧力を $P_4$ とする。そして、圧力 $P_3$ と圧力 $P_4$ との差と、図2のフローで

り実流量を計算し(S29)、その計算の結果得られた実流量を表示装置26に表示する(S30)。計測圧力降下時間 $t_e$ が許容範囲内でない場合には(S27:No)、マスフローコントローラ11Aが異常である旨を出力する(S31)。

【0037】ここで、S27で行われる、計測圧力降下時間 $t_e$ と正常圧力降下時間 $t_s$ との比較によるマスフローコントローラ11Aの状態の判断について説明する。S27では、次の(1)式により流量変化率 $r$ を求める。

$$(1)$$

求めた圧力 $P_1$ と圧力 $P_2$ との差により流量変化率 $r$ を求め、S27以下の処理を行う。これ以外は特に違いはない。

【0041】次に、第4の実施例について説明する。この実施例は、図4に示すように計測ガスライン12のページ弁14より下流の位置にリザーブタンク17を備えた構成としたものである。リザーブタンク17の取付位置には、第2遮断弁18が備えられている。第2遮断弁18を閉じている場合には、図1の構成のものと差はない。第2遮断弁18を開いている場合には、ページ弁14より下流の部分の容積がリザーブタンク17の分だけ大きい。かかる構成のガスシステムにおいて、前記第1実施例と同様の制御フローにより流量測定を行うものである。即ちこの実施例では、第2遮断弁18を開いた状態で、前期図2、図3と同様のフローにより、初期測定や使用後の流量測定を行う。

【0042】この実施例の特徴は、大流量のマスフローコントローラの流量を高精度で測定できる点にある。なぜなら、図1の構成のガスシステムでは、ページ弁14からマスフローコントローラ11Aに至る配管の容積は小さい。このためマスフローコントローラ11Aの流量が大きい場合には、圧力降下速度が速すぎて図2のフローでの圧力降下時間の測定精度が不十分となるのである。そこで、この実施例では第2遮断弁18を開いた状態で種々の測定を行うことにより、リザーブタンク17の分だけ配管容積を大きくし、大流量のマスフローコントローラについても十分長い圧力降下時間を確保して、高い測定精度での検定を可能とするのである。具体的には、図5に示すように前記図2のフロー中S1の直後及び図3のフロー中S21の直後に、第2遮断弁18を開く操作(S41)が挿入される。

【0043】小流量のマスフローコントローラについては、第2遮断弁18を閉じて測定すれば第1実施例の場合とほとんど同等であり、不当に長い測定時間を要することはない。尚、この実施例では、リザーブタンク17及び第2遮断弁18を、各1個に限らず2組以上設けてもよい。例えば2組のリザーブタンク17及び第2遮断弁18を設けた場合には、小流量、中流量、大流量のマ

スフローコントローラごとに最適の測定を行うことができる。この場合、測定するガスラインごとに、リザーブタンク 17 を使用するか否かを予め定めておく。また、制御フローとしては、前記第 1 実施例のものに限らず、第 2 実施例のもの又は第 3 実施例のものを使用してもよい。

【0044】次に、第 5 の実施例について説明する。この実施例は、図 6 に示すように計測ガスライン 12 のページ弁 14 より下流の位置にマスフローセンサ 19 を備えた構成としたものである。マスフローセンサ 19 は、  
10 流れるガスの流量を直接測定して出力するものであって、大流量のマスフローコントローラにおいて使用される流量レンジに適したものをを用いる。マスフローセンサ 19 の出力は、圧力センサ 13 の出力と同様に A/D コンバータを介して CPU 23 に入力される。これ以外には、図 1 のものと構成上の差はない。

【0045】この実施例では、小流量のマスフローコントローラを測定するときは前記第 1 実施例と同様に、マスフローコントローラ 11 A から放流したときの圧力降下速度により流量測定を行う。小流量のマスフローコントローラの測定の場合には圧力降下速度が小さく圧力降下時間が比較的に長いので、この方法で十分な精度の測定ができるからである。一方、大流量のマスフローコントローラを測定するときにマスフローセンサ 19 を使用する。大流量の場合には圧力降下時間が短いので圧力降下速度による測定の精度が低くなりやすいからである。マスフローセンサ 19 による流量測定をする場合には、第 1 開閉弁 15 A を閉じ、ページ弁 14、遮断弁 4 A、第 2 開閉弁 2 A を開いて、マスフローコントローラ 11 A の流量設定をし、その状態でマスフローセンサ 19 の  
30 流量値を読み取ればよい。

【0046】従ってこの実施例での初期測定のフローは、図 2 に示したフローに測定方法の選択の判断とマスフローセンサ 19 による流量測定とを挿入したものとなる。これを図 7 に示す。図 2 の S 2 の処理（マスフローコントローラ 11 A を通常流量に設定）の後、S 42 において、いずれの測定方式で測定すべきかの判断を行う。マスフローセンサ 19 による流量測定を行う場合、即ち大流量のマスフローコントローラを測定する場合（S 42: Yes）には S 43 へ進み、マスフローセンサ 19 での測定を行う。この状態では図 2 で説明したように、S 2 までの処理で第 1 開閉弁 15 A が閉じられ、ページ弁 14、遮断弁 4 A、第 2 開閉弁 2 A が開かれているので、そのままページ弁 14 を閉じることなくマスフローセンサ 19 の指示値を読み取ればよい。  
40

【0047】そして、その測定値を CPU 23 の RAM に記憶する（S 44）。そして、図 2 の S 11 へ進んでその流量値を表示装置 26 に表示する。S 42 でマスフローセンサ 19 による流量測定を行わない場合、即ち小流量のマスフローコントローラを測定する場合には（S  
50

S 42: No）、図 2 の S 3 へ進み、前記した S 3 以下 S 11 に至る圧力降下速度による測定が行われる。

【0048】またこの実施例では、マスフローコントローラを実プロセスに使用した後での検定のフローにも、同様に測定方法の選択の判断とマスフローセンサ 19 による流量測定とが挿入される。これを図 8 に示す。図 3 の S 22 の処理（マスフローコントローラ 11 A を通常流量に設定）の後、S 45 において、いずれの測定方式で検定すべきかの判断を行う。マスフローセンサ 19 による流量測定を行う場合、即ち大流量のマスフローコントローラを検定する場合（S 45: Yes）には S 46 へ進み、マスフローセンサ 19 での測定を行う。この状態では図 3 で説明したように、S 22 までの処理で第 1 開閉弁 15 A が閉じられ、ページ弁 14、遮断弁 4 A、第 2 開閉弁 2 A が開かれているので、そのままページ弁 14 を閉じることなくマスフローセンサ 19 の指示値を読み取ればよい。

【0049】そして、その測定値を CPU 23 の RAM に記憶する（S 47）。そして、図 3 の S 27 へ進んで以後の処理を行う。S 45 でマスフローセンサ 19 による流量測定を行わない場合、即ち大流量のマスフローコントローラを検定する場合には（S 45: No）、図 3 の S 23 へ進み、前記した S 23 以後の検定が行われる。このようにこの実施例では、マスフローセンサ 19 により直接流量測定が行われる。ここで、マスフローセンサ 19 には計測ガスライン 12 からの窒素ガスのみが流れ、シランガス等のプロセスガスは流れないので、マスフローセンサ 19 自体に特性変化が生じることはない。

【0050】以上詳細に説明したように、前記各実施例に係るマスフローコントローラ流量検定システムによれば、マスフローコントローラ 11 A を通して窒素ガスを放流して圧力が低下するときの、圧力低下速度が一定である期間を利用して流量測定を行うので、じゅうぶんな圧力降下時間が確保され、かつ、圧力低下速度が一定でない期間が測定に含まれることがなく、高い精度で流量検定を行うことができる。ここで、圧力計の指示値を一定の時間間隔でモニタリングし、前回のモニタ値との差の絶対値の変動により圧力低下速度が一定である期間を決定するので、手動測定操作によることなく適切に、検定期間の決定が行われる。前回のモニタ値との比の変動により圧力低下速度が一定である期間を決定してもよい。

【0051】また、新品のマスフローコントローラ 11 A を装着したときに流量測定を行い正常値を記憶しておけば、実プロセス稼働後に再度測定して清浄値と比較することにより、マスフローコントローラ 11 A をいちいち取り外すことなく容易に検定することができる。また、リザーブタンク 17 と第 2 遮断弁 18 とを備えたシステムとすれば、検定しようとするマスフローコントロ



ーラ11Aが大流量のものであるときには第2遮断弁18を開いてリザーブタンク17の容積を配管系に加えることにより、大流量のマスフローコントローラをも高精度に検定することができる。また、マスフローセンサ19を備えたシステムとすれば、検定しようとするマスフローコントローラ11Aが大流量のものであるときにはマスフローセンサ19を用いて直接マスフローコントローラ11Aの実流量を読み取って精度よく検定することができる。

【0052】なお、前記実施例は本発明を限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形、改良が可能であることはもちろんである。例えば、計測用ガスとしてここでは窒素ガスを使用した

が、窒素ガスに限らず不活性であってかつクリーンなものが入手可能なガスであれば他のガスでもよい。

【0053】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように本発明のマスフローコントローラ流量検定システムでは、個々のマスフローコントローラごとの検定用圧力設定を必要としないで、特性の異なる複数のマスフローコントローラを備えた系にも適用でき、特に大流量のマスフローコントローラについても高精度で流量検定可能とすることにより、マスフローコントローラの個体差や経時変化に適切に対応し、もってガスを使用するプロセスの安定運転と高稼働率操業とを可能とするマスフローコントローラ流量検定システムを提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係るマスフローコントローラ流量

10

検定システムの構成を示すブロック図である。

【図2】正常時の圧力降下時間を測定する場合のフローチャートである。

【図3】実プロセス実行後における圧力降下時間を測定する場合のフローチャートである。

【図4】第4実施例に係るマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

【図5】第4実施例の場合の圧力降下時間の測定の特徴部分である。

【図6】第5実施例に係るマスフローコントローラ流量検定システムの構成を示すブロック図である。

【図7】第5実施例の場合の正常時の圧力降下時間の測定の特徴部分である。

【図8】第5実施例の場合の実プロセス実行後の圧力降下時間の測定の特徴部分である。

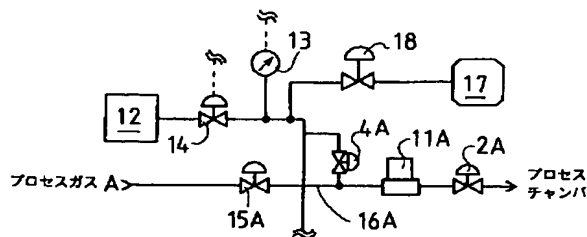
【図9】一般にマスフローコントローラからガスを放流する場合に流量及び圧力が変化の様子を示すグラフである。

【符号の説明】

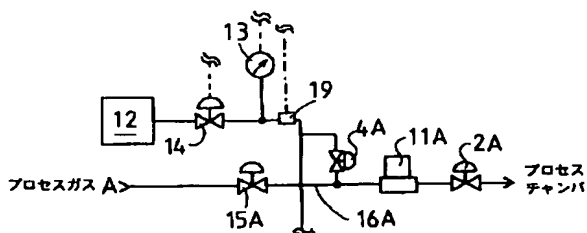
20

11A	マスフローコントローラ
12	計測ガスライン
13	圧力センサ
14	パージ弁
15	第1遮断弁
17	リザーブタンク
18	第2遮断弁
19	マスフローセンサ
23	CPU
25	A/Dコンバータ

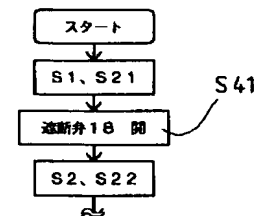
【図4】



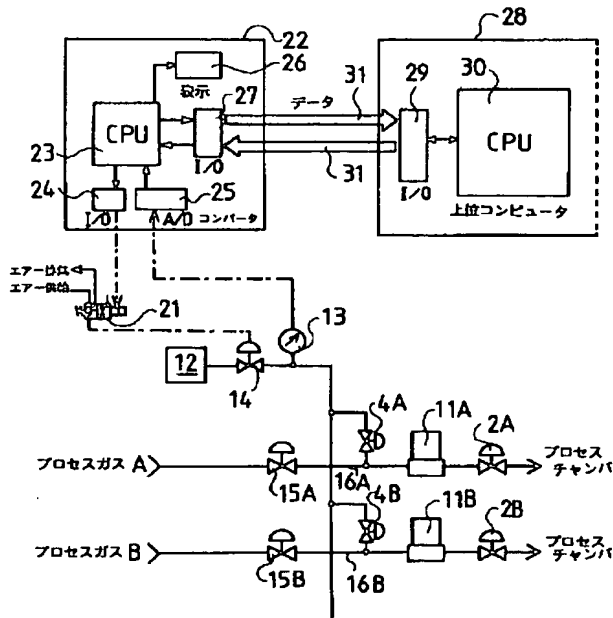
【図6】



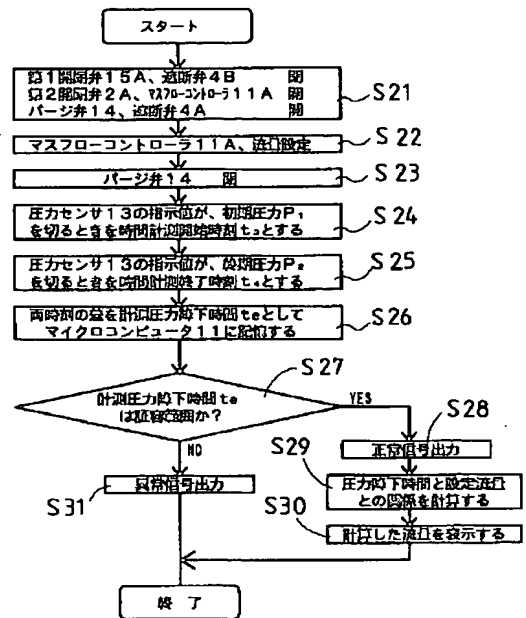
【図5】



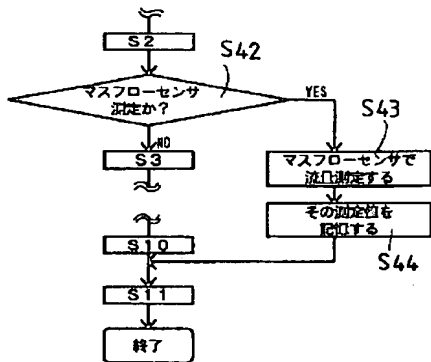
【図1】



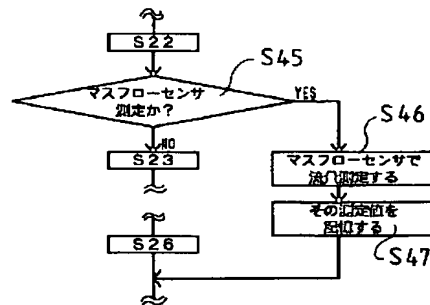
【図3】



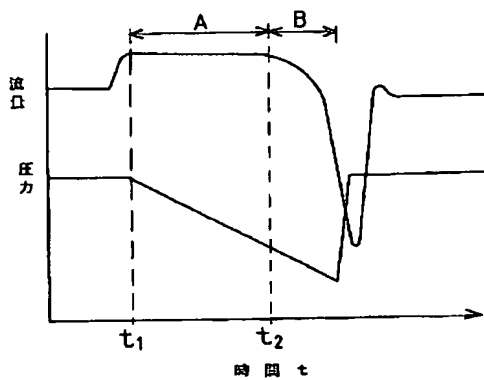
【図7】



【図8】



【図9】



【図2】

